

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-180917

(43)公開日 平成5年(1993)7月23日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 R 33/035	Z A A	8203-2G		
H 0 1 F 5/00	M	4231-5E		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-346602

(22)出願日 平成3年(1991)12月27日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 藤巻 則夫

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 柏谷 昭司 (外1名)

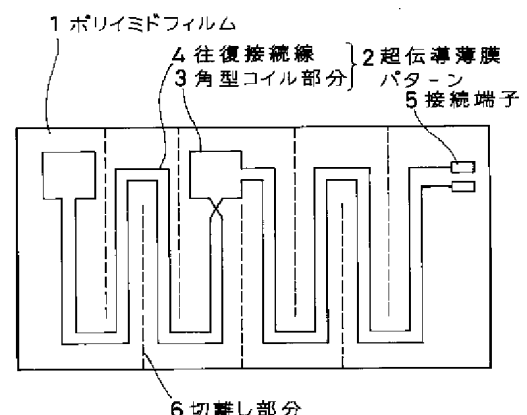
(54)【発明の名称】 超伝導ピックアップコイル

(57)【要約】

【目的】 生体磁気計測などに用いられるSQUIDに接続する超伝導ピックアップコイルに関し、製造後、平面型超伝導ピックアップコイルにするか立体型超伝導ピックアップコイルにするかの選択ができ、また、ベースライン長を変更できるようにする。

【構成】 ポリイミドフィルム等の可撓性基板1上に、複数の超伝導コイル部分3と、この複数のコイル部分3に接続されて蛇行する超伝導往復接続線4が形成され、かつ、蛇行して隣接する超伝導往復接続線4の間の可撓性基板1に切込み、溝、ミシン目等の切離し部分6が形成されており、この切離し部分6を適宜切離して超伝導往復接続線4が形成されている可撓性基板1を変形することによって複数の超伝導コイル部分3の位置を調節して平面型の空間微分と立体型の空間微分のいずれかの磁気勾配測定に適する形状にする。

本発明の第1実施例の超伝導ピックアップコイルの概略構成説明図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 可撓性基板上に、複数の超伝導コイル部分と、該複数の超伝導コイル部分に接続されて蛇行する超伝導往復接続線が形成され、かつ、蛇行して隣接する超伝導往復接続線の間の可撓性基板に切離し部分が形成されており、該切離し部分を適宜切り離して超伝導往復接続線が形成されている可撓性基板を変形することによって複数の超伝導コイル部分の位置を調節して平面型の空間微分と立体型の空間微分のいずれかの磁界勾配測定に適する形状にすることができることを特徴とする超伝導ピックアップコイル。

【請求項2】 可撓性基板に形成した切離し部分がすでに切離された切込みであることを特徴とする請求項1記載の超伝導ピックアップコイル。

【請求項3】 可撓性基板に形成した切離し部分が容易に切離することができる溝あるいはミシン目であることを特徴とする請求項1記載の超伝導ピックアップコイル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、生体磁気計測などに用いられるSQUID (Superconducting Quantum Interference Device 超伝導量子干渉デバイス) に接続する超伝導ピックアップコイルに関する。

【0002】SQUIDは感度が高く、脳、心臓等から生じる生体磁気を計測するなど、高感度磁気センサとして広く用いられている。特に、上記の生体磁気計測は、医療診断や生体の機能解明などに重要な役割を果たしており、人体の表面近くに配置し、あるいは、人体の一部を挟んで配置して計測するための超伝導ピックアップコイルの設計は、被測定磁界を効率よく忠実に電気信号に変換し、この電気信号をSQUIDに歪みあるいは損失なく伝送するために重要である。

## 【0003】

【従来の技術】生体磁気は、太陽風等の影響で変化する地磁気や電気装置から発生する磁気などの環境磁気に比較して極めて低いレベルを有するため、従来から測定に際しては、パーマロイなどの初期透磁率の高い磁性体の壁で密閉した磁気シールドルーム内で測定する他、磁気を検出するためのピックアップコイルとして、磁気に対して複数のコイル部分を逆方向に接続したものをを用い、環境磁気の影響を相殺して、被測定磁界の空間勾配のみを検出することが考えられている。

【0004】また、生体磁気の計測に際しては、従来から、計測の目的あるいは被計測対象物の形状に応じて、例えば、体表の接線方向の空間微分を得る平面型ピックアップコイルや、体表の垂直方向の空間微分を得る立体型ピックアップコイルが適宜用いられてきた。

【0005】図6 (A) ~ (C)、図7 (A) ~ (C) は、従来の超伝導ピックアップコイルの概略構成説明図

である。この図において、41はボビン、42は超伝導線、43はSQUID、44は超伝導コイル部分、45は超伝導往復接続線、46はシリコン基板、47はポリイミドフィルムである。

【0006】図6 (A) は、ボビン41に超伝導線42を巻き付けて2つの逆向きの超伝導コイル部分を形成し、この超伝導コイル部分をSQUID43に接続した立体型の超伝導ピックアップコイルの構成を示している。

【0007】図6 (B) は、シリコン基板46の表面に超伝導コイル部分44を形成し、この2つの超伝導コイル部分44を超伝導往復接続線によって逆向きに接続し、さらにSQUID43に接続した平面型1次勾配型の超伝導ピックアップコイルの構成を示している。

【0008】図6 (C) は、シリコン基板46の上に、2つの1ターン超伝導コイル部分44と1つの2ターン超伝導コイル部分44を形成し、超伝導往復接続線45によって、1ターンの超伝導コイル部分と2ターンの超伝導コイル部分を逆向きに接続し、さらにSQUID43に接続した平面型2次勾配型の超伝導ピックアップコイルの構成を示している。

【0009】図7 (A) は、可撓性を有するポリイミドフィルム47の上に超伝導コイル部分44を形成するための超伝導パターンと超伝導往復接続線45を形成するための超伝導パターンを形成し、このポリイミドフィルム47を円筒状に湾曲し、超伝導コイル部分44を形成するための超伝導パターンを接続して、逆方向に接続された2つの超伝導コイル部分44を形成し、さらにこれをSQUID43に接続した立体型1次勾配型の超伝導ピックアップコイルの構成を示している。

【0010】図7 (B) は、可撓性ポリイミドフィルム47の上に、超伝導薄膜によって2つの超伝導コイル部分44と超伝導往復接続線45を形成し、この超伝導往復接続線45によって超伝導コイル部分44を逆方向に接続し、さらにSQUID43に接続した超伝導ピックアップコイルの構成を示している。この例においては、ポリイミドフィルム46が可撓性であるため、被計測対象物の形状に応じた立体型1次勾配型の超伝導ピックアップコイルを得ることができる。

【0011】図7 (C) は、2枚のシリコン基板46等の非可撓性基板上に超伝導コイル部分44を形成し、この2つの超伝導コイル44の間をポリイミドフィルム47等の可撓性フィルム上に形成した超伝導往復接続線45によって接続し、さらに、SQUID43と接続した立体型1次勾配型の超伝導ピックアップコイルの構成を示している。

【0012】上記の従来技術の大半においては、空間勾配のバランス精度を向上するために、基板上の超伝導薄膜をリソグラフィ技術によってパターンニングして超伝導ピックアップコイルが形成されていた。

## 【0013】

【発明が解決しようとする課題】ところが、これら従来の超伝導ピックアップコイルにあっては、設計に先立って、被計測対象物に応じて、コイル部分を平面型にするか立体型にするかを決定し、さらに、超伝導コイル部分間の垂直軸上の距離、すなわち、ベースライン長を個別に決定することが必要であり、特定の被計測対象物の為に設計し製造した超伝導ピックアップコイルを他の被計測対象物の計測に流用することは多くの場合不可能であった。

【0014】本発明は、製造後、平面型超伝導ピックアップコイルにするか立体型超伝導ピックアップコイルにするかの選択をすることができ、あるいは、ベースライン長を容易に変更することができる超伝導ピックアップコイルを提供することを目的とする。

## 【0015】

【課題を解決するための手段】本発明にかかる超伝導ピックアップコイルにおいては、上記目的を達成するために、可撓性基板上に、複数の超伝導コイル部分と、該複数の超伝導コイル部分に接続されて蛇行する超伝導往復接続線が形成され、かつ、蛇行して隣接する超伝導往復接続線間の可撓性基板に切離し部分が形成された構成を採用した。

## 【0016】

【作用】本発明のように、可撓性基板上に形成された複数の超伝導コイル部分に接続される超伝導往復接続線を蛇行させ、蛇行して隣接する超伝導往復接続線間の可撓性基板に、切り込み、薄膜状の溝、ミシン目等の切り離し部分を形成すると、製造後に、この切離し部分を適宜切り離して超伝導往復接続線が形成されている可撓性基板を变形することによって複数の超伝導コイル部分間の配置を自由に調節することができ、平面型ピックアップコイルにするか、立体型ピックアップコイルにするかの選択、あるいは、ベースライン長の調整が可能になる。

## 【0017】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

(第1実施例)図1は、本発明の第1実施例の超伝導ピックアップコイルの概略構成説明図である。この図において、1はポリイミドフィルム、2は超伝導薄膜パターン、3は角型コイル部分、4は超伝導往復接続線、5は接続端子、6は切離し部分である。

【0018】可撓性のある基板、例えばポリイミドフィルム1の上に、リソグラフィ技術などで、角型コイル部分3とこれに接続される超伝導往復接続線4からなる超伝導薄膜パターン2を形成する。

【0019】この超伝導往復接続線4は、角型コイル部分3とSQUIDの間を接続して閉じたループを形成して被計測磁界に応じて生じる電気信号をSQUIDに伝

送するために、角型コイル部分3と接続端子5の間に生成された一対の超伝導性の導電線を指し、図示のように、ポリイミドフィルム1の上に蛇行して形成されている。

【0020】そして、蛇行して隣接する超伝導往復接続線4の間のポリイミドフィルム1に、切込み、溝、ミシン目等の切離し部分6が形成されている。

【0021】図2(A)～(C)は、本発明の一実施例の超伝導往復接続線の概略構成説明図である。この図において、11はポリイミドフィルム、12, 13, 14, 16, 17は超伝導ストライプ、15は超伝導薄膜である。

【0022】図2(A)は平行1線式の超伝導往復接続線の構成を示している。この接続線においては、ポリイミドフィルム11上に形成された超伝導薄膜をリソグラフィ技術等によってパターンニングして超伝導往復接続線12, 13が形成され、設計および形成が最も簡単である。

【0023】図2(B)はマイクロストリップ式の超伝導往復接続線の構成を示している。この接続線においては、ポリイミドフィルム11の上面に1条の超伝導ストライプ14が形成され、裏面に超伝導薄膜15が形成される。

【0024】図2(C)は、ツイスト式の往復接続線の構成を示している。この接続線においては、ポリイミドフィルム11の上面に2条の往復接続線16, 17が形成されているが、往復接続線16, 17を適宜の間隔で交差させることによって、外界の環境磁界を影響を受けにくくしたものである。

【0025】図3(A), (B)は、本発明の一実施例の超伝導ピックアップコイルの使用法説明図である。この図における符号は、7がSQUIDである他は第1図において同符号を付して説明したものと同様である。

【0026】図3(A)に示される使用法は、角型コイル3の間のポリイミドフィルム1の切離し部分6を切離さずに、2つの角型コイル3を同一平面上に配置し、それに続く往復接続線4を切離し部分6によって切離し伸長してSQUID7に接続している。この使用方法によって、平面型の空間勾配計測用の超伝導ピックアップコイルを得ることができる。

【0027】図3(B)に示された使用法は、ポリイミドフィルム1の上に形成された2つの角型コイル3の間の切離し部分6を含む全ての切離し部分を切り離して、2つの角型コイル3を立体的に配置し、往復接続線4の端部に接続端子5を介してSQUID7を接続している。

【0028】この使用方法によると、立体型の空間勾配計測用の超伝導ピックアップコイルを得ることができる。さらにこの方法によると、ポリイミドフィルム1の変形の度合いを変えることにより、計測対称に応じて角

5

型コイル3の軸方向の長さ、すなわち、ベースライン長を適宜変えることができる。

【0029】(第2実施例)図4は、本発明の第2実施例の超伝導ピックアップコイルの概略構成説明図である。この図において、21はポリイミドフィルム、22は円形コイル部分、23は往復接続線、24は接続端子、25は切離し部分である。なおこの図においては、往復接続線23は図面を簡明にするため単一の実線で示されている。

【0030】この実施例のピックアップコイルにおいては、可撓性のポリイミドフィルム21の上に、2つの円形コイル部分22と、この2つの円形コイル部分22と接続端子24を接続する往復接続線23が形成されている。

【0031】そして、この往復接続線23は、同心円状の部分と半径方向の直線部分とで構成され、蛇行する形状をもつように形成されている。

【0032】そして、蛇行して隣接する往復接続線23の間のポリイミドフィルム21に、切込み、溝、ミシン目等の切離し部分25が形成されている。この実施例の使用方法は第1実施例の使用法と同様に、切離し部分を適宜切離しポリイミドフィルム21を変形することによって、平面型の空間勾配、あるいは、立体型の空間勾配を計測するための超伝導ピックアップコイルを得ることができる。

【0033】(第3実施例)図5は、本発明の第3実施例の超伝導ピックアップコイルの概略構成説明図である。この図において、31はポリイミドフィルム、32は角型コイル、33は往復接続線、34は接続端子、35は切離し部分である。

【0034】この実施例は、2次元勾配型の超伝導ピックアップコイルの構成に関するものである。この超伝導ピックアップコイルの製造方法および構成は、第1実施例とほぼ同様であるが、簡単に説明すると、可撓性のある基板、例えばポリイミドフィルム31の上に、超伝導薄膜からなる2個の1ターンの角型コイルと1個の2ターンの角型コイル32、および、これらの角型コイル32と接続端子34との間を接続する往復接続線33が形成されている。

【0035】そしてこの往復接続線33はポリイミドフィルム31の上に蛇行して形成されており、蛇行して隣接する往復接続線33の間のポリイミドフィルム1に切離し部分35が形成されている。

【0036】この実施例のピックアップコイルの使用法は第1実施例とほぼ同様であり、3つの角型コイル32を同一平面上に置き、それに続く往復接続線33を切離し部分35によって切離し、伸長してSQUIDに接

6

続することによって、平面型の空間勾配を計測するための超伝導ピックアップコイルを得ることができる。

【0037】また、ポリイミドフィルム31の上の3つの角型コイル32の間の切離し部分を含む全ての切離し部分を切離して、3つの角型コイル32を立体的に配置することによって、立体型の空間勾配を計測するための超伝導ピックアップコイルを得ることができる。

【0038】さらにこの方法によると、ポリイミドフィルム31の変形の度合いを変えることにより、角型コイル32の軸方向の長さ、すなわち、ベースライン長を適宜変えることができる。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、可撓性基板上にリソグラフィ技術等によって、超伝導薄膜のコイル部分とこのコイル部分を接続する往復接続線を蛇行して形成し、蛇行して隣接する往復接続線の間の可撓性基板に切込み等の切離し部分を形成しておき、使用に当たって、可撓性基板を変形することにより、平面型にも立体型にも変形することができる。また、可撓性基板の変形の度合いを変えることにより、ベースライン長を変えて被計測対象物の大きさに合わせることもできる。したがって、リソグラフィ用のマスクパターンを変更することなく、種々の形状のピックアップコイルを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の超伝導ピックアップコイルの概略構成説明図である。

【図2】(A)～(C)は本発明の一実施例の超伝導往復接続線の概略構成説明図である。

【図3】(A)，(B)は本発明の一実施例の超伝導ピックアップコイルの使用法説明図である。

【図4】本発明の第2実施例の超伝導ピックアップコイルの概略構成説明図である。

【図5】本発明の第3実施例の超伝導ピックアップコイルの概略構成説明図である。

【図6】(A)～(C)は従来の超伝導ピックアップコイルの概略構成説明図(1)である。

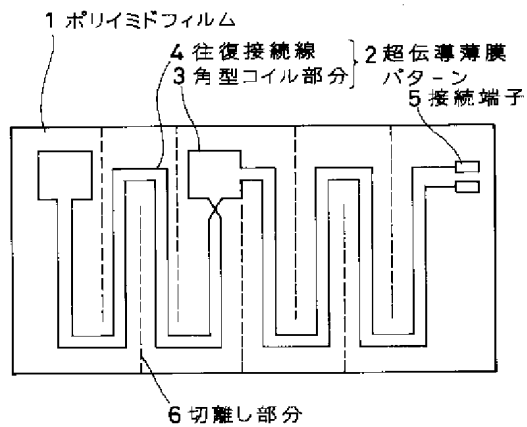
【図7】(A)～(C)は従来の超伝導ピックアップコイルの概略構成説明図(2)である。

【符号の説明】

- 1 ポリイミドフィルム
- 2 超伝導薄膜パターン
- 3 角型コイル部分
- 4 往復接続線
- 5 接続端子
- 6 切離し部分

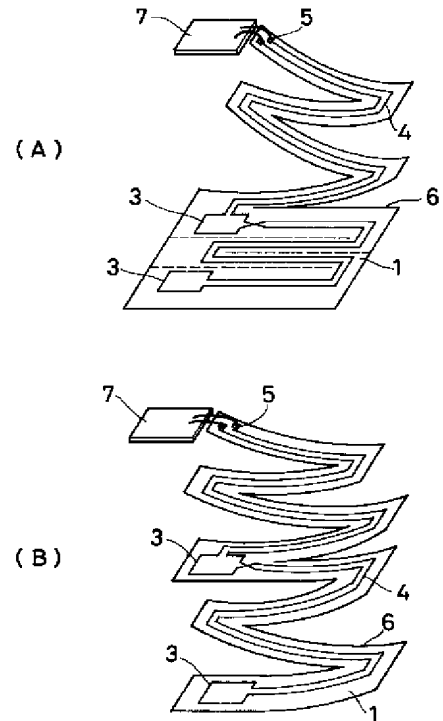
【図1】

本発明の第1実施例の超伝導ピックアップコイルの概略構成説明図



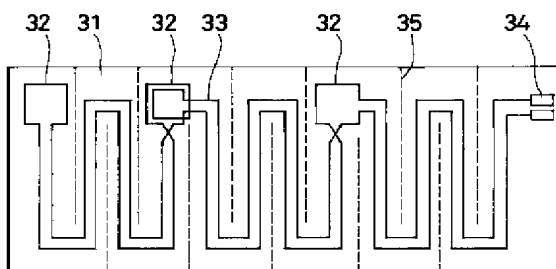
【図3】

本発明の一実施例の超伝導ピックアップコイルの使用方法説明図



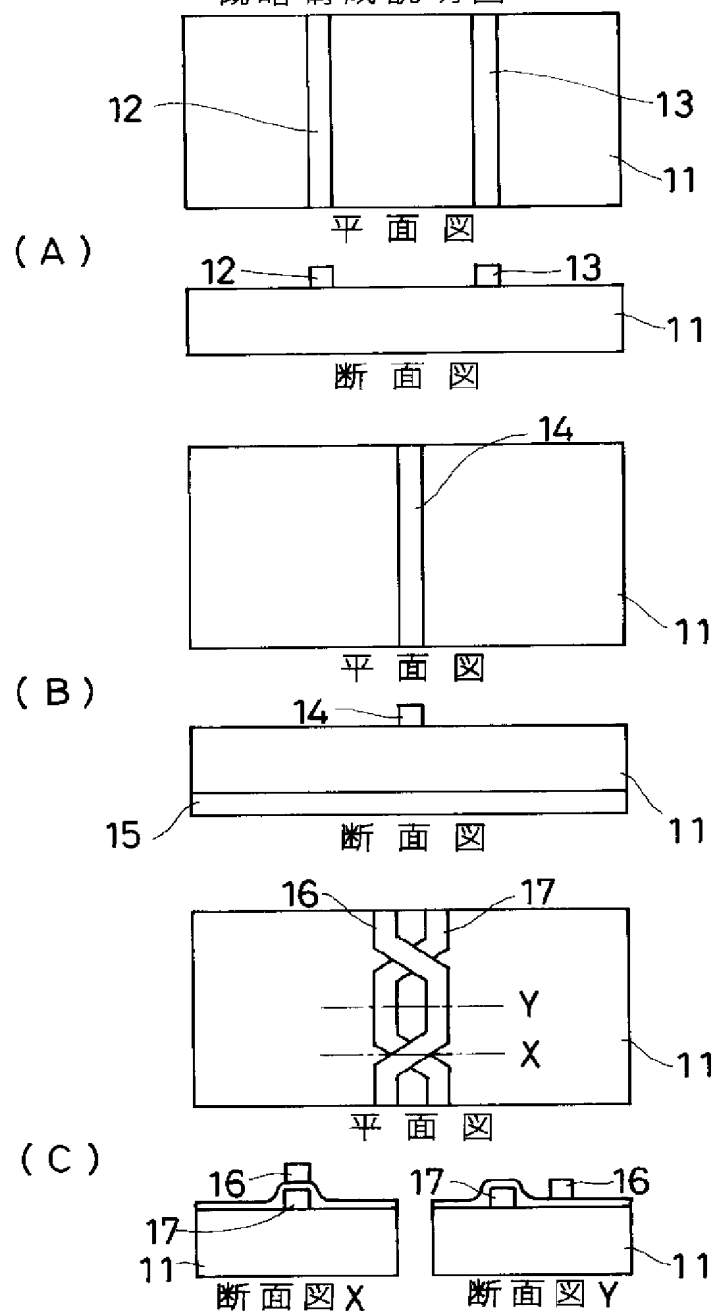
【図5】

本発明の第3実施例の超伝導ピックアップコイルの概略構成説明図



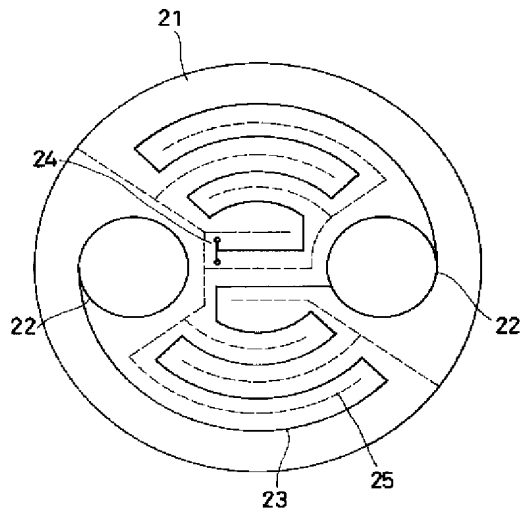
【図2】

本発明の一実施例の超伝導往復接続線の概略構成説明図



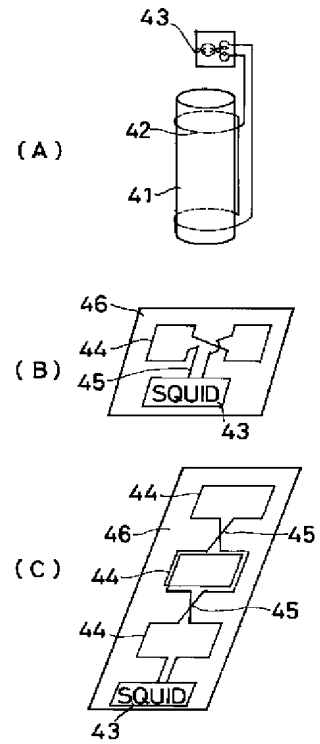
【図4】

本発明の第2実施例の超伝導ピックアップコイルの概略構成説明図



【図6】

従来の超伝導ピックアップコイルの概略構成説明図(1)



【図7】

従来の超伝導ピックアップコイルの  
概略構成説明図(2)

